

中等职业技术学校教材

机械制图

湖南省中等职业技术教育教材编审委员会

湖南科学技术出版社



中等职业技术学校教材

机械制图

主 编：李水春

副主编：任家兰

主 审：黄觉民

江苏工业学院图书馆
藏书章

湘新登字 004 号

中等职业技术学校教材

机 械 制 图

湖南省中等职业技术教育教材编审委员会

责任编辑：熊彭陈

*

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湖南省新华印刷二厂印刷

(印装质量问题请直接与本厂联系)

*

1993年11月第1版第2次印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：21.5 字数：536,000

印数：12,101—17,120

ISBN 7-5357-1352-1
TH·38 定价：10.40元

绪 论

一、本课程的性质与内容

在现代工业生产或工程建设中，不论是一台机械设备的制造，还是一项工程的施工，都是按照图样进行的。图样是人们交流技术思想，传播技术知识的工具。

不同性质的生产部门对图样有不同的要求和名称，如建筑工程中使用的图样称为建筑图样，水利工程中使用的图样称为水利工程图样，而机械制造业中使用的图样称为机械图样，等等。

《机械制图》是研究绘制和阅读机械图样的原理、方法、规则以及技能的一门技术基础课。

本课程的主要内容有：投影作图、制图基础、机械图样、计算机绘图、其他图样以及公差配合与技术测量的基本知识。

二、本课程的目的和任务

1. 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用；
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力；
3. 学习、贯彻制图国家标准和有关的基本规定；
4. 培养空间想象力和空间分析能力；
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点和学习方法

1. 图样是工程界的共同语言，故对于机械图样的图线、格式、比例、尺寸注法及其它技术要求等内容，国家标准《机械制图》都有统一的规定。因此，在阅读和绘制机械图样的实践过程中，要注意逐步熟悉国家标准《机械制图》和有关的技术标准，并严格遵守。

2. 在本课程的学习过程中，要注重空间想象能力的训练。与人们认识一般事物所循的规律：“实践——理论——实践”相同。空间想象能力的建立和发展的过程体现为：“空间——平面——空间”，即：在投影理论的指导下，由空间物体绘制成平面图形；根据平面图形想象出物体的空间形状。如此由简到繁，由浅入深，由片面到全面地进行训练，便可逐步建立和发展空间想象力。

3. 作为一种能力的训练，自然离不开较充分的作业与练习。因此，实践性强是本课程的特点之一。制图课的课堂讲授常常是与习作内容相呼应的，教师的讲授多是带领学生进行空间思维能力的训练，这时需要学生按教师讲课的节奏，积极地“开动机器”，边听、边思考、边想象，并及时完成课内外练习。

只要态度端正，学习得法，是不难学好《机械制图》的。

目 录

第一章 制图的基本知识和基本技能	(1)
第一节 绘图工具及其使用.....	(1)
第二节 机械制图国家标准简介及制图的基本规定.....	(7)
第三节 几何作图.....	(21)
第四节 平面图形的尺寸分析和画法.....	(29)
第二章 正投影与三视图	(33)
第一节 投影的基本知识.....	(33)
✓ 第二节 点的投影.....	(37)
✓ 第三节 直线的投影.....	(41)
✓ 第四节 平面的投影.....	(46)
第五节 立体的投影.....	(51)
第三章 轴测图	(77)
第一节 概述.....	(77)
第二节 正等测图的画法.....	(78)
第三节 斜二测图的画法.....	(83)
第四章 组合体的视图和尺寸标注	(86)
第一节 组合体的组合形式和形体分析法.....	(86)
第二节 组合体视图的画法.....	(88)
第三节 看组合体的视图.....	(90)
第四节 组合体视图的尺寸标注.....	(95)
第五章 常用机件的表达方法	(101)
第一节 视图.....	(101)
第二节 剖视.....	(104)
第三节 剖面.....	(112)
第四节 看剖视图和剖面图的方法.....	(114)
第五节 局部放大图和简化画法.....	(114)
第六章 标准件和常用件	(120)
第一节 螺纹及螺纹连接件.....	(120)
第二节 键、销连接.....	(127)
第三节 齿轮和蜗轮蜗杆.....	(130)
第四节 滚动轴承和弹簧.....	(135)
第七章 公差配合与技术测量的基本知识	(141)
第一节 概述.....	(141)

第二节	零件的尺寸公差与配合	(142)
第三节	形状公差和位置公差	(166)
第四节	技术测量的基本知识	(182)
第五节	专项公差简介	(195)
第八章	零件图	(204)
第一节	零件图的概述	(204)
第二节	零件图的视图选择	(204)
第三节	零件图的尺寸标注	(209)
第四节	零件图上技术要求的注法	(214)
第五节	零件的工艺结构	(232)
第六节	看零件图	(236)
第七节	零件测绘	(243)
第九章	装配图	(250)
第一节	装配图的概述	(250)
第二节	装配体的表达方法	(251)
第三节	装配图的尺寸和技术要求	(255)
第四节	装配图中零、部件的序号和明细表	(256)
第五节	装配体的工艺结构	(258)
第六节	看装配图	(261)
第七节	装配体测绘	(266)
第十章	其他图样	(276)
第一节	展开图	(276)
第二节	焊接图	(280)
第三节	金属结构图	(285)
第四节	机构运动简图	(289)
第十一章	计算机绘图	(293)
第一节	计算机绘图系统简介	(293)
第二节	计算机绘图的基本知识	(294)
第三节	基本图形的绘图程序编制	(294)
附录:		(297)

第一章 制图的基本知识和基本技能

本章根据画图的技能要求，具体介绍绘图工具及仪器的使用；国家颁布的《机械制图》标准中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线以及尺寸标注；几何作图；平面图形画法和尺寸分析等内容。

第一节 绘图工具及其使用

任何机械工程技术人员，都必须正确掌握绘图工具的使用和维修保养方法，以能绘制出符合国家制图标准的图样，本节主要介绍几种常用绘图工具的使用方法。

一、图板

图板是画图时铺放和固定图纸的工具。图板的板面应平整、清洁。图板有几种不同的规格，而每一种规格图板其尺寸大小均较同号图纸略大（每边约加长 50mm）。画图时，图板长边应放置成水平位置（即横放），且一般将图板调成与水平面倾斜 20° 。图板较短的一边称导边（也称为工作边），该边要求光滑平直。图板的导边应超出绘图桌左端 5mm 为宜，以防止丁字尺头向下滑动时与绘图桌相碰而影响画图，如图 1—1。

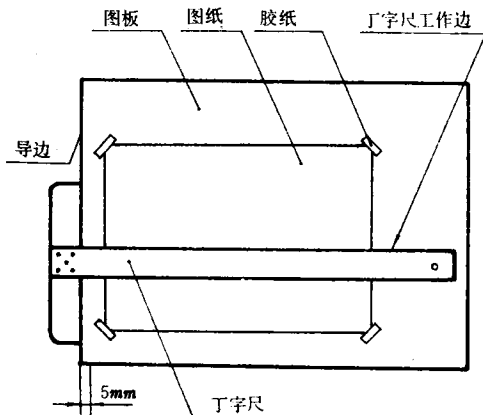


图 1—1 图板和丁字尺

图板一般用胶合板制成，切不能受潮和受高热，不能在板面上写字或刻字，更不能在其上切纸和削铅笔等。

二、丁字尺

丁字尺由尺身和尺头组成，尺头和尺身相互垂直相交构成丁字形。尺头内侧边与尺身上边（尺头在左时）为工作边，要求平直光滑。丁字尺的长度应与所用图板的规格适应。丁字尺可用来画水平线。使用丁字尺时，只允许用尺身工作边画线。尺头紧靠图板导边，画线时可移动到所需位置。画水平线方向从左至右，铅笔稍向画线方向倾斜；且还能与三角板配合画垂直线，画线方向从下至上。图 1—2 所示为水平线和垂直线的画法。

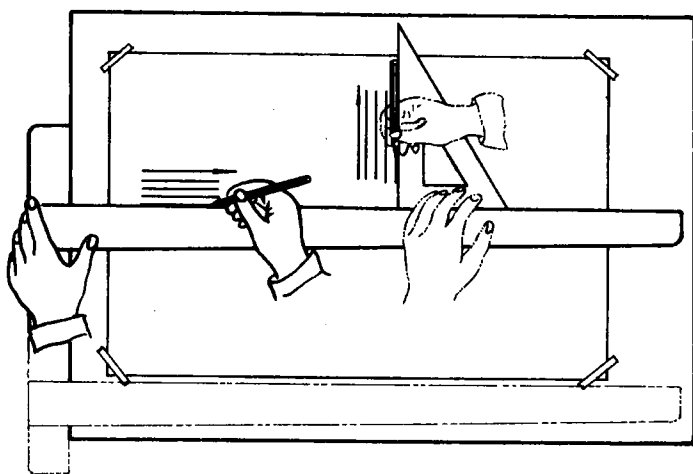


图 1—2 水平线和垂直线的画法

丁字尺用毕后应挂在干燥的地方，以防翘曲变形。不能用丁字尺的工作边裁纸，更不能
用丁字尺随意敲击。

三、三角板

一副三角板包括 $45^\circ \times 45^\circ$ 和 $30^\circ \times 60^\circ$ 各一块，一般为透明有机玻璃制成。要求其板平边
直、角度准确。三角板与丁字尺配合作图可以画垂直线和与水平线成 15° 倍角的斜线，如图 1
—3。

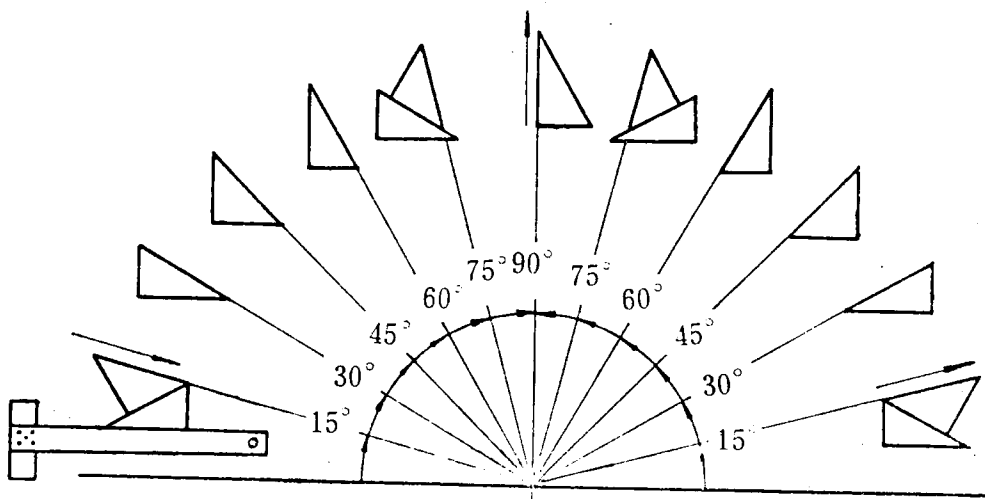


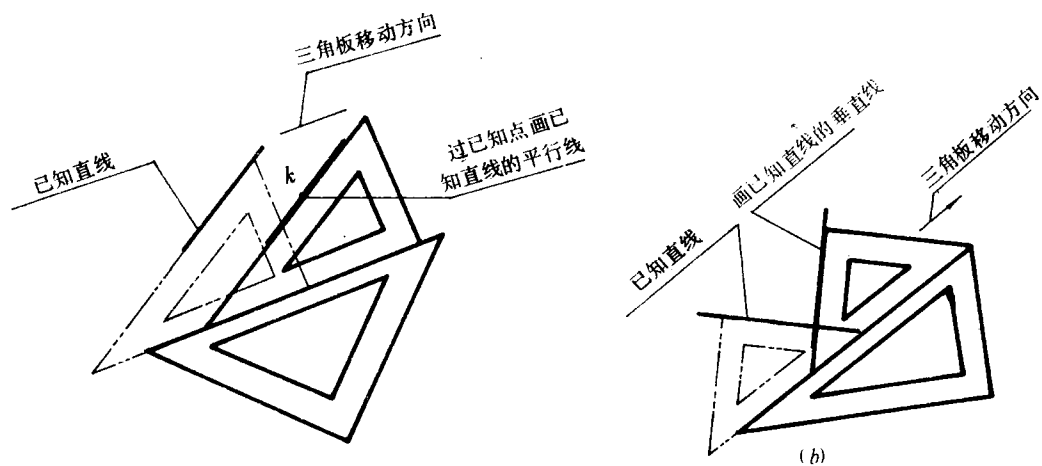
图 1—3 用丁字尺和三角板画各种倾斜位置直线

两块三角板还可以直接用来画互相平行或垂直的直线，如图 1—4。

四、曲线板

曲线板是用来绘制非圆曲线的。曲线板形状如图 1—5 所示。

使用曲线板画非圆曲线时，应先用铅笔轻轻地把非圆曲线上各点光滑地连接起来，然后
在曲线板上选择曲率合适部分进行连接并描深。每次描绘曲线段不得少于 3 点，连接时应留



(a)

图 1—4 用三角板画互相平行或垂直的直线

(a) 平行直线的画法

(b) 垂直直线的画法

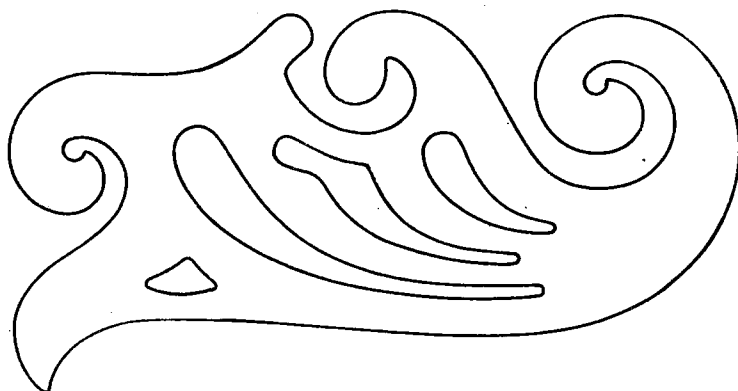
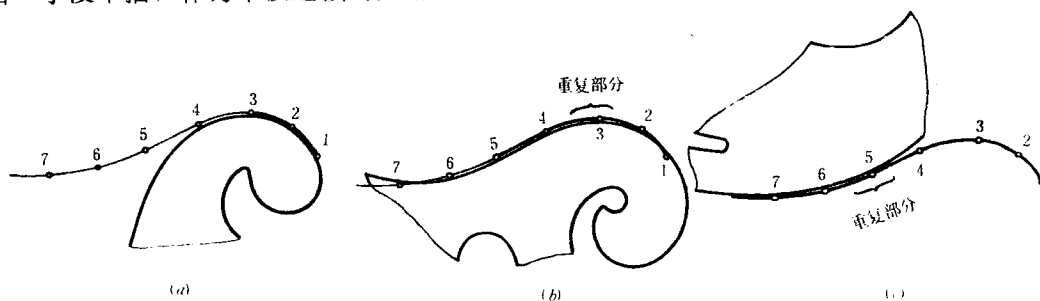


图 1—5 曲线板

出一小段不描，作为下段连接时光滑过渡之用，如图 1—6。



(a)

(b)

(c)

图 1—6 曲线板用法

五、比例尺

比例尺为尺面上刻有不同比例刻度的直尺，如图 1—7 所示。常用的比例尺的尺面上刻有 6 种不同比例的刻度，供绘图时选用。

比例尺上的刻度一般以米 (m) 为单位, 而图样上所标注的尺寸单位一般为毫米 (mm), 使用时应注意进行换算。如在尺面上标记 1:100 或 1:1000 的比例, 在机械制图中可作 1:1 使用, 即每一小格刻度为 1mm; 标记 1:200 或 1:2000 的比例, 可作 1:2 使用, 即每一小格刻度为 2mm; 比例尺还可以作放大尺, 如 1:500 作 2:1 使用, 只要将每格代表的数值缩小 10 倍即可, 即每小格为 0.5mm, 如图 1—8

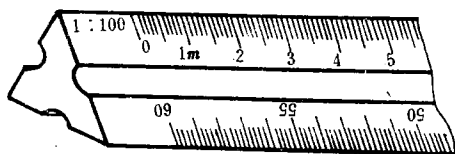


图 1—7 比例尺

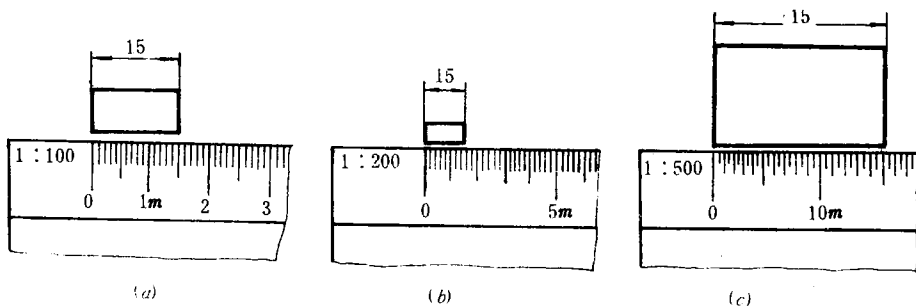


图 1—8 比例尺用法

(a) 用 1:100 画 1:1

(b) 用 1:200 画 1:2

(c) 用 1:500 画 2:1

六、绘图仪器简介

绘图仪器种类很多, 一般均为盒装, 常有 50 件、21 件、13 件、9 件、5 件、3 件装等规格。现将常用的几件介绍如下:

(一) 圆规及其附件

圆规是画圆或圆弧的。圆规一条腿上安有钢针, 钢针一端为圆锥形, 另一端是带台阶的针尖。另一条腿带有可互换附件的肘形关节。附件包括有铅芯插脚、鸭嘴插脚、钢针插脚、接长杆等, 如图 1—9。

圆规腿上的钢针和肘形关节, 都可以向内侧弯折, 以保证圆规两腿张开后, 针尖及铅芯与纸面垂直, 如图 1—10。

圆规两腿合拢时, 钢针尖应比铅芯或鸭嘴插脚尖稍长些。钢针尖扎进图纸和图板后, 按顺时针方向稍有倾斜地转动圆规。为了画出各种图线, 应备有各种不同硬度和形状的铅芯。画底稿时铅芯形状一般磨成圆锥形或斜形, 如图 1—11 (a); 描粗加深圆弧时, 铅芯形状一般为四棱柱斜磨, 如图 1—11 (b)。

圆规画大圆时需要装上接长杆, 再将铅芯插脚装在接长杆上使用, 如图 1—12。

(二) 分规

分规如图 1—13 所示。主要用于量取尺寸

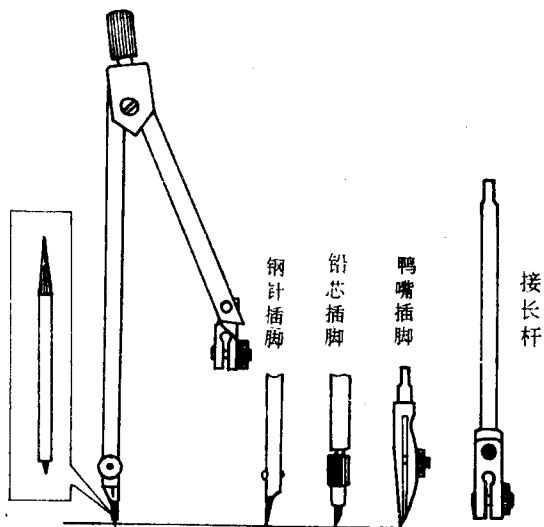


图 1—9 圆规及附件

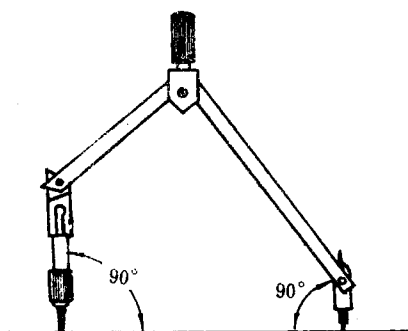


图 1—10 圆规画圆的方法

和等分线段及圆弧。如果仪器盒内没有专用分规时，可将圆规换上钢针插脚当分规使用。分规两脚合拢时针尖应会合于一点，这样量度尺寸才能准确。

使用分规时应将分规的一脚夹在右手食指和中指之间，另一脚夹在拇指和无名指之间。调整分规两脚距离时由中指和无名指张开两脚，而由拇指和食指合拢两脚。

绘图时，可利用分规从尺子上把尺寸量取到图上，或将一处图形中的尺寸量取到另一处图形中去。量取尺寸时用分规针尖在图纸上扎一小孔，这样移开分规后或用橡皮擦后仍能看尺寸位置。

用分规在直线上截取若干给定长度的线段时，可先使分规两针尖间距离等于给定长度，然后从始分点起，由两个针尖轮流为旋转中心，交替旋转半周，并在已知直线上一段一段地截取，就可在该直线上截出若干等长的线段，如图 1—14。

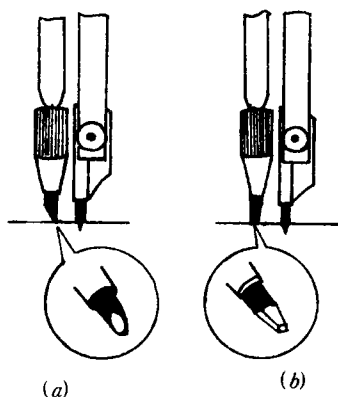


图 1—11 圆规用铅芯形状

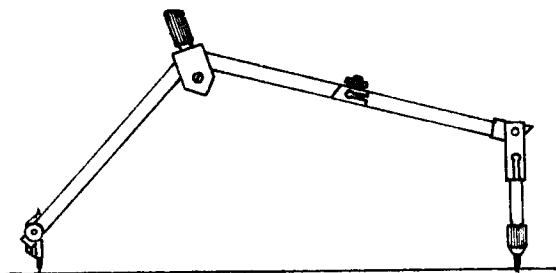
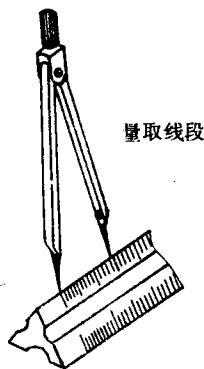


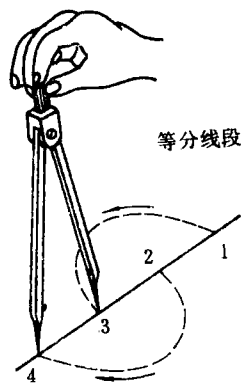
图 1—12 大圆画法



图 1—13 分规



量取线段



等分线段

图 1—14 分规用法

用分规将已知线段等分成 n 等分时，可采用试分法。即先用目测估计，使分规两针尖间

距离大致为已知线段的 $1/n$ ，然后在已知线段上试分；如果最后针尖不落在终点上，可用超过或剩余长度的 $1/n$ 调整分规两针尖距离后再分，直到等分为止。

（三）鸭嘴笔

鸭嘴笔是上墨或描图时用来画墨线的，如图 1—15 所示。它由笔杆和两片钢片构成，并有调节螺母，可调节两钢片张开的距离以确定墨线的宽度。

使用鸭嘴笔时，先要用布把笔尖里的墨垢擦干净，然后调整螺母使两钢片张开的距离大致符合所需宽度，再用蘸水笔把墨水注入钢片之间（笔嘴朝下）。注墨时切不可将鸭嘴笔直接插入墨水瓶内，也勿使墨水沾污钢片外面，如已被沾污应立即擦尽，以免影响画线质量。

注入墨水的多少应视所绘墨线的粗细长短而定，一般装墨高度为 4~6 毫米。墨水过多容易流溢，落笔处线条较粗，而使线条先粗后细或引起漏墨等现象；墨水过少则墨线容易中断。

画墨线前应在同样质量的纸片上试画，以校正线条的粗细。画线时用右手拇指和食指执鸭嘴笔，同时用中指抵住鸭嘴笔后面，使有螺母的钢片朝向外面，另一钢片靠住丁字尺或三角板的工作边，右手其余两个手指沿着尺身上面滑动，作为依托。同时还应保持鸭嘴笔前后方向与纸面垂直，使两钢片的尖端同时接触纸面，并使笔杆稍向画线方向倾斜 5° — 30° 。运笔速度要均匀，用力不宜过大。

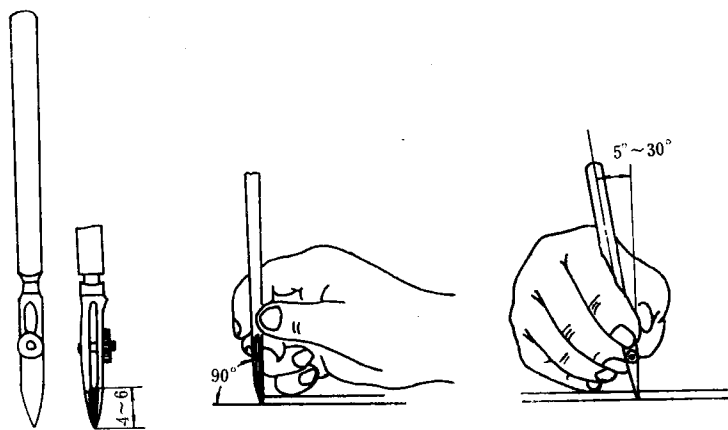


图 1—15 鸭嘴笔及使用方法

上墨水或描图时还可使用绘图墨水笔，因它具有普通自来水笔的特点，笔内有储存碳素墨水的笔胆，描图时不需经常加墨水。

（四）铅笔

绘图时常用的几种铅笔及用途：

2H——画底稿线用；H 或 HB——画细实线、虚线、点划线用；B 或 HB——画粗实线用。

代号 H、B、HB 表示铅芯的软硬。B 前的数字愈大表示铅芯愈软，H 前的数字愈大表示愈硬，HB 表示软硬适中。

加深圆弧时用的铅芯，一般要比画粗实线的铅芯软一些。

画粗实线时，铅芯为四棱柱，其余的线铅芯磨成圆锥形，如图 1—16 所示。

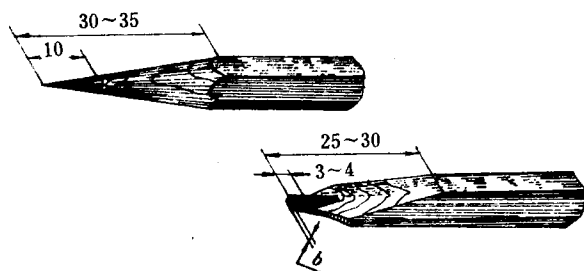


图 1—16 铅笔的削法

第二节 机械制图国家标准简介及制图的基本规定

图样是现代工业生产中最基本的技术文件。为了适应生产发展和技术交流，对图样的画法、尺寸标注、所用代号等内容均须作统一的规定，以便使所有的设计、工艺、管理等方面都有共同的准则。这些统一规定由国家制定并颁布实施。机械制图国家标准，是由国家标准局制定颁布的，具有法规效力。本书所讨论的有关内容均以 1984 年颁布的机械制图国家标准为依据。

国家标准，简称国标，其代号为“GB”。它是国家标准汉语拼音 Guojia Biaozhun 中的“国”、“标”两个拼音字的第一个大写字母。机械制图国家标准中的每个标准均有专用代号，例如“GB4457·1—84”这一代号表示国家标准机械制图中有关图纸的幅面及格式方面的各项规定。该标准的编号为 4457·1，是 1984 年发布的。本节主要介绍国家标准机械制图中的图纸幅面及格式、比例、字体、尺寸注法、图线的规定画法等内容。

一、图纸幅面

为了便于图样的绘制、使用和保管，机件的图样应画在具有一定格式和幅面的图纸上。由图纸的长边和短边尺寸所确定的图纸大小称图纸幅面。根据 GB4457·1—84 的规定，绘制工程图样时，应优先采用基本幅面。基本幅面的规格如表 1—1 所示。A0、A1、A2、A3、A4、A5 表示不同幅面图纸的代号。A0 幅面大，A5 幅面小。表 1—1 中 L 代表图纸的长边，B 代表图纸的短边。各号基本幅面图纸及边框尺寸如图 1—17 所示。机械制图国家标准还规定允许沿长边加长图纸的幅面，对于 A0、A2、A4 幅面的加长量按 A0 幅面长边的 1/8 的倍数增加；A1、A3 幅面的加长量按 A0 幅面短边的 1/4 的倍数增加。A0、A1 幅面允许同时沿长、短边加长。

表 1—1

基本幅面及周边尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

表中 a 为装订边宽度； c 为其余三个边的宽度； e 为无装订边时周边的宽度。

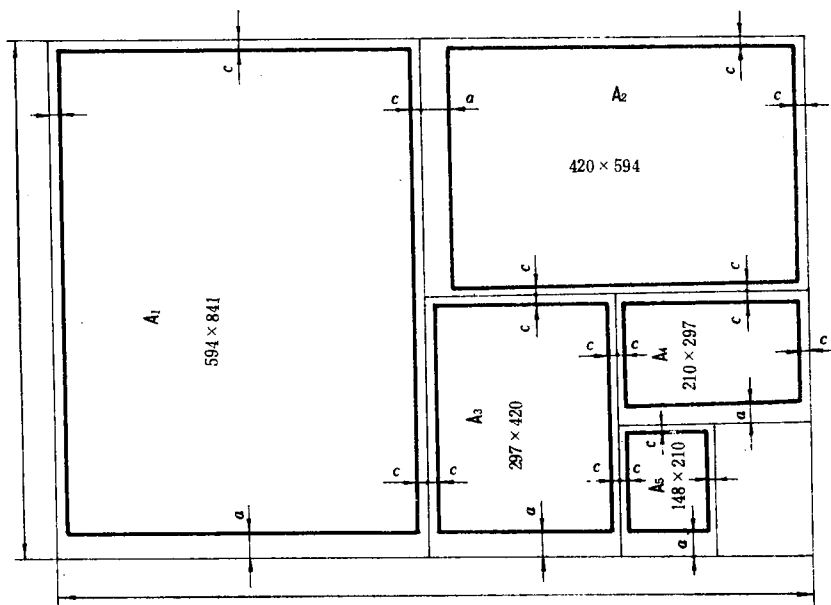


图 1—17 各号基本幅面图纸及边框尺寸

二、图框格式

一张图样，表示其整个幅面大小的框线称为图纸的边框线，用细实线绘制在边框线的里面，根据不同的周边尺寸用粗实线绘制的图框线称为图纸的图框。机械制图国家标准规定，需要装订的图样，图框格式如图 1—18 所示。一般 A4 幅面竖装，A3 幅面横装，不留装订边的图样，图框格式如图 1—19 所示。

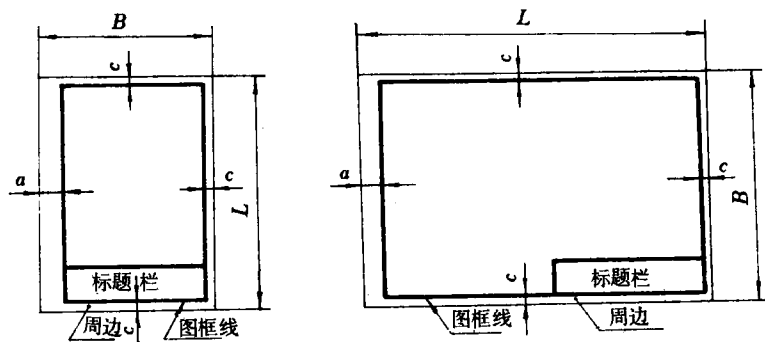


图 1—18 有装订边图框格式

为了复制或缩微摄影的方便，可采用对中符号，对中符号是从周边画入图框内约 5mm 的一段粗实线，如图 1—20 所示。必要时图幅可分区，如图 1—21 所示。分区的目的是便于查找图样中的内容和更改处。

分区线为细实线，每一分区的长度应在 25—150mm 之间选取。

三、标题栏基本格式

图样中应画出标题栏，其位置一般按图 1—18、图 1—19 所示的方式配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。

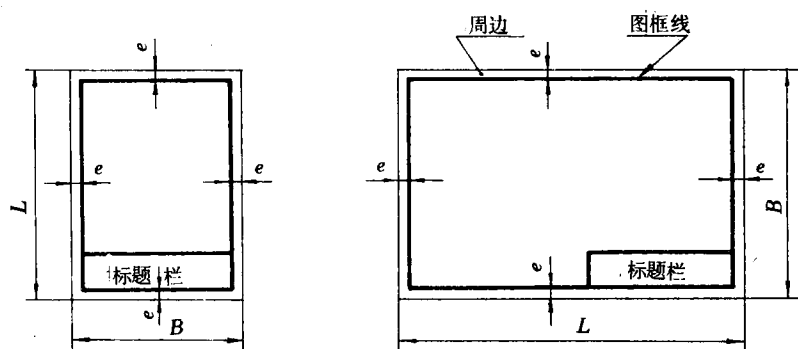


图 1—19 无装订边图框格式

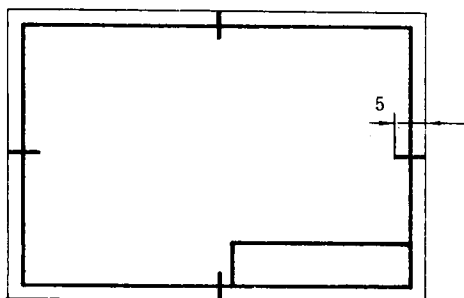


图 1—20 对中符号

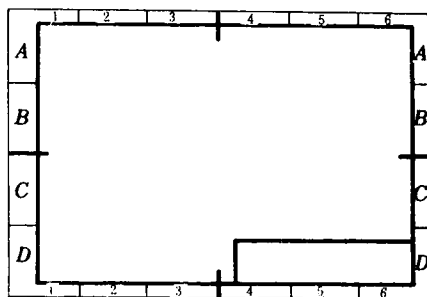


图 1—21 图幅分区

学生作业上的标题栏格式如图 1—22 所示，各校也可根据需要自行设计标题栏格式。

130							
5 × 8 = 40	(图 名)			比例	(图号或作业号)		
				件数			
	班级	(学号)	材料	成绩			
	制图	(日期)	(校 名)				
	审核	(日期)					
8	12	28	25	12	18	12	23

图 1—22 制图课作业用标题栏参考格式

四、比例

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比，称为图形的比例。图 1—23 是按不同的比例绘出的正六边的图形。

按规定选取比例

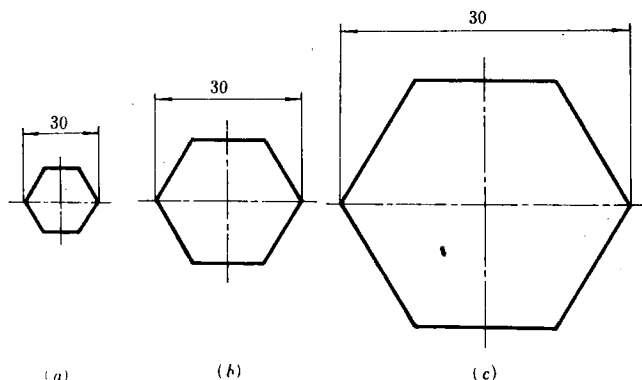


图 1—23 图样的比例

(a) 1:R (b) 1:1 (c) 2:1

为了读图时能从图上得到机件大小的真实印象,绘制图样时应尽可能采用 1:1。但由于各种机件大小悬殊,繁简不一,当需要把机件放大或缩小绘图时,应采用 GB4457·2—84 规定的比例,如表 1—2。

表 1—2

绘制图样的比例

与实物相同	1:1						
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 ⁿ
	1:1.5×10 ⁿ		1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ		1:5×10 ⁿ	
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1		

[注] n 为正整数。

每张图样都要注出所画图形采用的比例。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,如 1:1、1:2、2:1 等。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注,如图 1—24 所示

图形不论放大或缩小,在标注尺寸时,应按机件的实际尺寸标注。绘制机件中的角度时,不论图样放大或缩小,仍照原角度绘制。

当图形中孔的直径或薄片的厚度等于或小于 2mm 以及斜度和锥度较小时,该部分可不按比例而夸大绘制。

在表格图、空白图、草图中不必注写比例。

五、字体

(一) 字体书写的一般规定

图样上除了绘制图线外,还要用文字来填写标题栏、明细表、技术要求,用数字来标注尺寸等。所用文字和数字,都是图样的重要组成部分。GB4457·3—84 对汉字、数字、字母的书写作了明确的规定。图样中所有字体,在书写时都必须做到:字体端正、笔划清楚、排

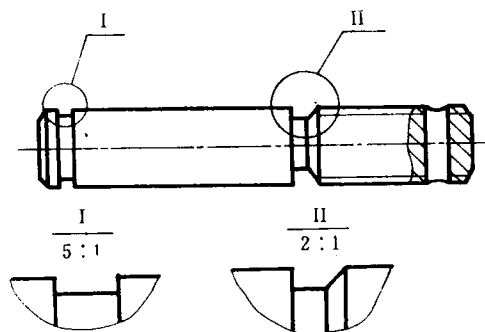


图 1—24 采用不同比例的标注

列整齐、间隔均匀。并且，汉字应写成长仿宋体字。

机械制图国家标准规定，长仿宋体字的规格，常用的有 7 种，即 20、14、10、7、5、3.5、2.5 几种号数，字体的号数即为字体的高度（单位为 mm），如 20 号字，其高度为 20mm，14 号字其高度为 14mm。字体的宽度约等于字体高度的 $\frac{2}{3}$ 。数字及字母的笔划宽度约为字高的 $\frac{1}{10}$ 。用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字或拉丁字母，一般应比图样中的字体小一号。数字和字母，又可分为直体与斜体两种形式，斜体字的字头应向右倾斜，与水平线约成 75° 角。

（二）汉字的书写

汉字应写成长仿宋体，其书写要领是：横平竖直、排列匀称、注意起落、填满方格。长仿宋体字的基本笔划有：竖、横、撇、捺、点、挑、钩、折等 8 种。掌握好基本笔划的写法，是写好整体字的基础和先决条件。如图 1—25、1—26 所示。



图 1—25 长仿宋体字

图 1—26 汉字的笔划

（三）字母的书写

字母分为拉丁字母和希腊字母两种，两种字母又均可分为大写和小写、直体和斜体等书写方式，如图 1—27、1—28 所示。

